

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ВСЛЕДСТВИЕ МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА В БРОНЗОВОМ ВЕКЕ

Карпова С.В.^{1,2*}, Киселева Д.В.², Шагалов Е.С.², Чередниченко Н.В.²

¹)УрФУ им. Б.Н. Ельцина, Екатеринбург

²)Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург

*E-mail: svkarpo@mail.ru

ASSESSMENT OF SOIL CONTAMINATION BY HEAVY METALS DUE TO THE BRONZE AGE SMELTING ACTIVITIES

Karpova S.V.^{1,2*}, Kiseleva D.V.², Shagalov E.S.², Cherednichenko N.V.²

¹)Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

²)Institute of Geology and Geochemistry, UB RAS, Ekaterinburg, Russia

Heavy metal content in soils from different Bronze Age fortified settlements (Southern Urals) was determined by ICP-MS in order to trace ancient smelting activities. The enrichment factors (EF) for Cu, Zn, Pb, Cd and Sr were calculated. Low EF values (not exceeding 5) indicated minimal to moderate metal enrichment. Gradual increase in heavy metal EF from lower to superficial layers was observed for Konoplyanka soil section. Heavy metal EF's in top-soils were higher than in lower clay loam layers.

Южный Урал, находясь в центре евразийских степей и располагая запасами минерального сырья, уже в III тыс. до н.э. стал одним из центров технологического развития и активного культурогенетического процесса [1]. Многочисленные находки объектов металлургической деятельности на территории укрепленных поселений показывают, что производство медных и бронзовых изделий происходило внутри них [1]. В процессе деятельности, связанной с медеплавильным производством, в почве накапливаются тяжелые металлы (Cu, Zn, Pb, Cd), однако при исследовании почв из участка, предположительно используемого для выплавки, их повышенных содержаний не было обнаружено [1].

Целью работы являлась оценка следов потенциального загрязнения тяжелыми металлами вследствие медеплавильного производства на основе данных ИСП-МС анализа почв из районов укрепленных поселений бронзового века.

Материалы и методы. Исследованы 17 образцов почв, отобранных в районах археологических памятников Южного Урала: Каменный Амбар и Коноплянка (21-17 вв. до н.э.), могильника Неплюевский (19-16 вв. до н.э.), расположенных в бассейне р. Карагайлы-Аят (Челябинская область).

Анализ микроэлементного состава выполнен в помещениях с классами чистоты 6, 7 ИСО Института геологии и геохимии УрО РАН. Все реагенты дважды очищены при температуре ниже температуры кипения (Savillex, США; Berghof, Германия). Образцы почвы массой порядка 100 мг, просушенные и измельченные вручную в яшмовой ступке, вскрывали смесью кислот HF+HNO₃+HCl в микроволновой печи MWS 4+ (Berghof) с последующим переводом в нитраты

многократной обработкой 14М HNO₃. Измерения микроэлементного состава проведены на квадрупольном ИСП масс-спектрометре NexION 300S.

Результаты. Для Cu, Zn, Pb, Cd, Sr согласно [2] рассчитаны факторы обогащения (Enrichment factor, EF) по формуле

$$EF = (C_{эл}/C_{Sc})_{обр} / (C_{эл}/C_{Sc})_{континентальная\ кора},$$

где C_{эл} и C_{Sc} - концентрации элемента и скандия, соответственно, в образце и в континентальной коре согласно [3].

Рассчитанные значения EF, в целом, не превышают 5 по всем элементам во всех местонахождениях, что свидетельствует о минимальном или умеренном обогащении тяжелыми металлами [4]. При этом для плодородного слоя отмечаются повышенные значения EF по сравнению с нижележащим суглинком. В почвенном разрезе из Коноплянки отмечено постепенное нарастание EF от нижних слоев к верхним. Исходя из рассчитанных EF, сделать однозначный вывод о наличии явно выраженных следов медеплавильной деятельности не представляется возможным.

Работа выполнена в ЦКП «Геоаналитик» в рамках темы № АААА-А18-118053090045-8 государственного задания ИГГ УрО РАН.

1. Krause R. and Koryakova L. (eds). Multidisciplinary investigations of the Bronze Age settlements in the Southern Transurals (Russia). Bonn (2013).
2. Reimann C. & de Caritat P. Environmental Science and Technology, 34(24), 5084–5091 (2000).
3. Taylor S. R. and McLennan S. M. The Continental Crust: Its Composition and Evolution. Blackwell, Oxford, (1985)
4. Weissmannova H.D., Pavlovsky J. Environ Monit Assess, 189:616 (2017).